

## Simulasi Stabilitas Tanah Berkoheesi Rendah Akibat Penggunaan Soldier Pile Dengan Pemodelan Plaxis Dan GeoStudio

Haryo Koco Buwono<sup>1</sup>, Basit Al Hanif<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta,  
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat  
[haryo.hkb@ftumj.ac.id](mailto:haryo.hkb@ftumj.ac.id)

### ABSTRAK

Soldierpile sebenarnya adalah konstruksi yang bersifat sementara untuk proses galian tanah, namun untuk studi ini ditinjau untuk kebutuhan Dinding penahan tanah. Tinjauan penelitian sebelumnya menggunakan perhitungan manual, sedangkan saat ini dibutuhkan informasi cepat dan akurat, maka beberapa software aplikasi telah menawarkan untuk analisis dinding penahan tanah ini. Penelitian ini mengadakan studi komparasi hasil dengan aplikasi Plaxis dan GeoStudio.

Pada penelitian sebelumnya, berlokasi diarea gedung Apartemen di daerah Jakarta Selatan. Perhitungan sebelumnya menggunakan cara manual didapatkan hasil sebagai berikut: dinding basement dinyatakan aman dan dapat digunakan sebagai dinding penahan tanah karena memiliki nilai kestabilan lokal yang disyaratkan Coulomb yaitu : a. Faktor keamanan terhadap Base sliding pada dinding basement sebesar 2,136 berdasarkan faktor keamanan Coulomb yaitu lebih dari 1,5; b. Faktor keamanan terhadap Overturning pada dinding basement sebesar 1,87 berdasarkan faktor keamanan Coulomb yaitu lebih dari 1,5; c. Faktor keamanan terhadap Bearing capacity failure pada dinding basement sebesar 4,187 berdasarkan faktor keamanan Coulomb yaitu lebih dari 3,0. Sedangkan jika ditinjau pada penggunaan metode Stabilitas global dinding, dinding basement dinyatakan aman dan dapat digunakan sebagai dinding penahan tanah karena memiliki nilai kestabilan global yang disyaratkan Fellenius. Tersebut: a. Panjang radius (R) titik gelincir sebesar 10,612 meter; b. Sehingga didapat nilai stabilitas global yang terjadi pada dinding basement sebesar 3,5 berdasarkan faktor keamanan Fellenius yaitu lebih dari 1,0.

Analisis perhitungan defleksi dengan menggunakan manual mendapatkan hasil lebih tinggi 30% terhadap perhitungan menggunakan software Plaxis. Analisis perhitungan Factor of Safety dengan menggunakan manual mendapatkan hasil lebih tinggi 46% terhadap perhitungan menggunakan software Geoslope-Geostudio 2012.

**Kata kunci:** Coulomb, Fellenius, Plaxis, Geostudio, Soldier Pile

### ABSTRACT

*Soldier Pile actually a temporary construction for excavation process, but for this study reviewed for the need of retaining walls. A review of previous studied using manual calculations, whereas this time the information needed quickly and accurately, then some software applications had been offered for the analysis of this soil retaining wall. This study conducted a comparative study with the results of the application Plaxis and GeoStudio.*

*In the previous study, located in area Apartment building in South Jakarta. Previous calculations used the manual method is obtained as follows: the basement wall declared safe and could be used as a retaining wall because it has the required local stability Coulomb namely: a. Base safety factor against sliding on the walls of the basement of 2,136 based Coulomb safety factor of more than 1.5; b. Overturning safety factors against the wall of the basement of 1.87 based Coulomb safety factor of more than 1.5; c. Bearing capacity factor of safety against failure on the walls of the basement of 4.187 based Coulomb safety factor of more than 3.0. Whereas if the review on the use of methods of global stability walls, basement walls declared safe and could be used as a retaining wall because it has the required Fellenius global stability were: a. Long radius (R) point slip of 10.612 meters; b. In*

*order to get the value of global stability that occurs in the walls of the basement of 3.5 based on Fellenius safety factor of more than 1.0.*

*Analysis of deflection calculation used the manual get higher of 30% than the Plaxis software . Analysis of Safety Factor calculations used the manual get higher of 46% than the Geoslope - Geostudio 2012 software.*

**Keywords :** *Coulomb, Fellenius, Plaxis, Geostudio, Soldier Pile*

## PENDAHULUAN

Evaluasi pada sebuah kasus penggunaan dinding penahan tanah terhadap penambahan tiang soldier pile pada dinding basement berlantai satu dengan keadaan tanah berkohesi rendah yang didesain tidak untuk menahan tekanan tanah. Gaya-gaya yang bekerja akibat tekanan tanah telah ditahan oleh tiang soldier pile yang didesain sekaligus sebagai dinding penahan tanah. Soldierpile sebenarnya adalah konstruksi yang bersifat sementara untuk proses galian tanah, namun untuk studi ini ditinjau untuk kebutuhan Dinding penahan tanah. Tinjauan penelitian sebelumnya menggunakan perhitungan manual, sedangkan saat ini dibutuhkan informasi cepat dan akurat, maka beberapa software aplikasi telah menawarkan untuk analisis dinding penahan tanah ini. Penelitian ini mengadakan studi komparasi hasil dengan aplikasi Plaxis dan GeoStudio.

## Latar Belakang

Pada penelitian sebelumnya, berlokasi di area gedung Apartemen di daerah Jakarta Selatan. Perhitungan sebelumnya menggunakan cara manual didapatkan hasil sebagai berikut: dinding basement dinyatakan aman dan dapat digunakan sebagai dinding penahan tanah karena memiliki nilai kestabilan lokal yang disyaratkan Coulomb yaitu : a. Faktor keamanan terhadap Base sliding pada dinding basement sebesar 2,136 berdasarkan faktor keamanan Coulomb yaitu lebih dari 1,5; b. Faktor keamanan terhadap Overturning pada dinding basement sebesar 1,87 berdasarkan faktor keamanan Coulomb yaitu lebih dari 1,5; c. Faktor keamanan terhadap Bearing capacity failure pada dinding basement sebesar 4,187 berdasarkan faktor keamanan Coulomb yaitu lebih dari 3,0. Sedangkan jika ditinjau pada penggunaan metode Stabilitas global dinding, dinding basement dinyatakan aman dan dapat digunakan sebagai dinding penahan tanah karena memiliki nilai kestabilan global yang

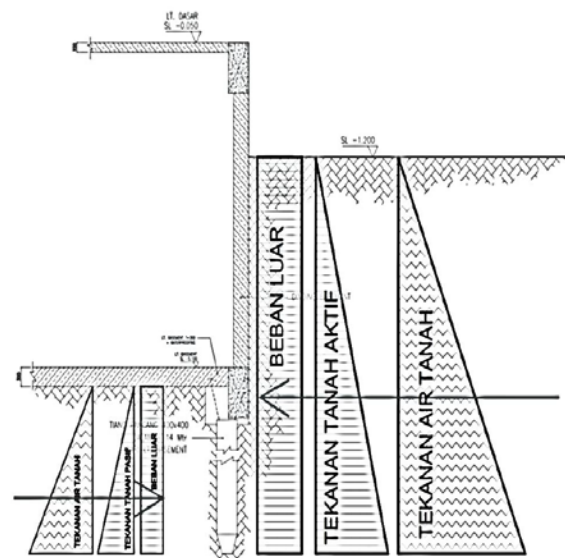
disyaratkan Fellenius. Tersebut: a. Panjang radius (R) titik gelincir sebesar 10,612 meter; b. Sehingga didapat nilai stabilitas global yang terjadi pada dinding basement sebesar 3,5 berdasarkan faktor keamanan Fellenius yaitu lebih dari 1,0.

## Tujuan Penelitian

- Untuk mengetahui pengaruh penggunaan tiang soldier pile sebagai dinding penahan tanah terhadap dinding basement
- Untuk mengetahui selisih perbedaan hasil menggunakan cara manual dan cara komputasi software Plaxis dan Geostudio
- Untuk mengetahui Untuk mengetahui selisih perbedaan hasil antara Plaxis dan Geostudio

## PEMODELAN

Berikut ini adalah pemodelan Soldier Pile yang dimanfaatkan untuk dinding penahan tanah.

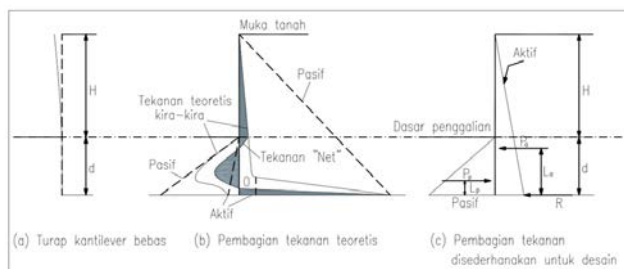


Gambar 1. Stabilitas lokal dinding basement (retaining wall)

## LANDASAN TEORI

Menurut beberapa sumber terkait dinding penahan tanah memiliki beberapa definisi dengan pendekatan yang berbeda – beda diantaranya: Dinding penahan tanah adalah struktur yang didesain untuk menjaga dan mempertahankan dua muka elevasi tanah yang berbeda. (Donald P.Coduto, 2001). Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi penahan agar tanah tidak longsor. (Zainal N, ING.HTL dan Ir.Sri Respati N, 1995). Dinding penahan tanah adalah sebuah dinding yang dibangun untuk menahan tanah yang akan runtuh. (Laurence D. Wesley, 2010).

Memperlihatkan turap kantilever (atau dinding “berdiri bebas”). Dinding semacam ini, termasuk yang memakai penyangga, sudah lama dibuat dengan memakai turap. Pada zaman sekarang, dinding serupa boleh juga dibuat dengan memakai diaphragm atau secant piles. Kemampuan dinding ini menahan tekanan tanah berasal dari bagian yang masuk tanah dibawah dasar penggalian. Tanah yang ditahan akan menekan dinding dengan tekanan aktif, seolah – olah menyebabkan keruntuhan akibat penggulingan terhadap titik O, dekat ujung dinding.



Gambar 2 Pembagian tekanan pada turap kantilever “berdiri bebas” (Sumber : Fundamentals of Soil Mechanics for Sedimentary and Residual Soil, 2012)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data tanah yang digunakan sebagai analisis adalah sebagai berikut:

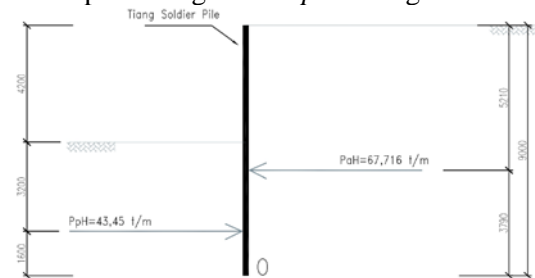
### Data laboratorium

- Dry density ( $\gamma_d$ ) = 1,169 g/cc
- Bulk density ( $\gamma_b$ ) = 1,708 g/cc
- Coefficient of consolidation ( $C_v$ ) = 0,00161  $\text{cm}^2/\text{sec}$ .
- Cohesion ( $c$ ) = 0,195  $\text{kg/cm}^2$  = 1,95  $\text{t/m}^2$
- Friction angle ( $\phi$ ) = 7,174 deg
- classification = MH (Lanau lempungan)

### Data Soldier Pile

- Dimensi tiang soldier pile = 300x300 mm
- Panjang erection tiang soldier pile = 9.00 meter
- Panjang tiang soldier pile yang menahan tanah = 4,70 meter
- Panjang tiang soldier pile yang terkekang = 4,30 meter
- Jarak antar tiang soldier pile (as to as) = 450 mm
- Besi tulangan pokok = 5 strand(7 wire)
- Prestressing force 7 wire = 24 ton
- Besi tulangan geser = D8 – 150

Keruntuhan tiang *soldier pile* diantaranya dikarenakan ketidak setimbangan titik momen yang terjadi berbanding yang menahan. Maka diperlukan perhitungan atas kesetimbangan momen pada tiang *soldier pile* sebagai berikut:



Gambar 3 titik gaya pada tiang *soldier pile*

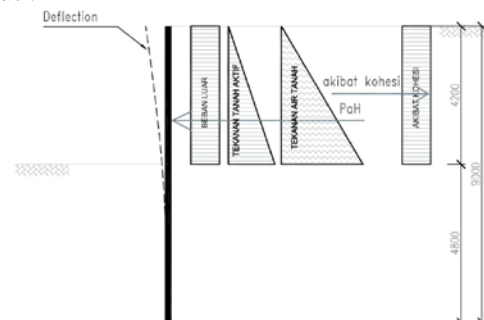
$$\sum M = P_p.L_p - P_a.L_a$$

$$\sum M = 43,45 \times 1,6 - 67,72 \times 3,79$$

$$\sum M = -187,139 \text{ ton} \dots\dots\dots(\text{bergeser})$$

### Deflection pada *soldier pile*

Pada kondisi  $\sum M = -187,139 \text{ ton}$  maka tiang *soldier pile* mengalami *deflection* atau pergeseran. Untuk itu perlu ditinjau seberapa jauh *deflection* yang terjadi pada tiang soldier pile dengan metode unit load adalah sebagai berikut :



Gambar 4 Deflection pada tiang *soldier pile*

**Tekanan tanah aktif**

$$Pa = \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot Ka - 2 \cdot c \cdot H \sqrt{Ka}$$

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi'}{2} \right) = \frac{1 - \sin \phi'}{1 + \sin \phi'}$$

Dimana  $\phi$  = Sudut geser dalam (Friction Angle)

$$K_a = \frac{1 - \sin 7,174}{1 + \sin 7,174} = \frac{1 - 0,125}{1 + 0,125} = \frac{0,875}{1,125}$$

$$K_a = 0,778$$

Dengan nilai "c" = 1,950 t / m<sup>2</sup>

Maka :

$$Pa = \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot Ka - 2 \cdot c \cdot H \sqrt{Ka}$$

$$Pa = (0,5 \times 0,718 \text{ t/m}^3 \times (4,2\text{m})^2 \times 0,778) - (2 \times 1,95 \times 4,2 \sqrt{0,778})$$

$$Pa = 4,99 - 14,54$$

$$Pa = (-9,55) \text{ ton/m}^2$$

**Tekanan aktif air tanah (kondisi muka air banjir)**

$$P_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

Maka :

$$P_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2 = 0,5 \times 1,0 \text{ t/m}^3 \times (4,20\text{m})^2$$

$$P_w = 8,82 \text{ ton/m}$$

**Tekanan aktif beban luar**

$$P_q = q \cdot H \cdot Ka$$

Dimana  $q = 5,0 \text{ ton/m}^2$

maka :

$$P_q = q \cdot H \cdot Ka = 5,0 \times 4,20 \times 0,778$$

$$P_q = 16,548 \text{ ton/m}$$

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi'}{2} \right) = \frac{1 - \sin \phi'}{1 + \sin \phi'}$$

Dimana  $\phi$  = Sudut geser dalam (Friction Angle)

$$K_a = \frac{1 - \sin 7,174}{1 + \sin 7,174} = \frac{1 - 0,125}{1 + 0,125} = \frac{0,875}{1,125}$$

$$K_a = 0,778$$

**Resultan gaya horizontal (PaH)**

Total Gaya :

$$PaH = Pa + P_w + P_q = -9,55 + 8,82 + 16,548$$

$$PaH = 15,82 \text{ ton/m}$$

Bekerja pada jarak :

$$Y_{Pa} = \frac{1}{3} H = \frac{1}{3} 4,20 = 1,4 \text{ m}$$

$$Y_{P_w} = \frac{1}{3} H = \frac{1}{3} 4,20 = 1,4 \text{ m}$$

$$Y_{P_q} = \frac{1}{2} H = \frac{1}{2} 4,20 = 2,10 \text{ m}$$

Maka :

$$Y_H = \frac{Pa \cdot Y_{Pa} + P_w \cdot Y_{P_w} + P_q \cdot Y_{P_q}}{PaH}$$

$$Y_H = \frac{(-9,55) \times 1,4 + 8,82 \times 1,4 + 16,548 \times 2,10}{15,82} = \frac{33,73}{15,82}$$

$$Y_H = 2,13 \text{ m}$$

Dari gaya yang terjadi tersebut dapat dihitung deflection yang terjadi yaitu :

$$\delta = \int_0^L \frac{Mu}{EI} dx = \int_0^L \frac{(PaH' \cdot x)x}{EI} dx$$

$$\delta = \int_0^L \frac{PaH' \cdot x^2}{EI} = \left( \frac{PaH' \cdot x^3}{3EI} \right)_0^L$$

$$\delta = \frac{PaH' \cdot L^3}{3EI}$$

dimana,

$$E = 4700 \sqrt{f'c} = 25310 \text{ Mpa} = 2531000 \text{ t/m}$$

$$I = \frac{h^4}{12} = \frac{0,3^4}{12} = 0,00067$$

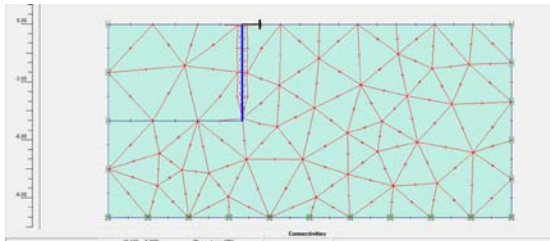
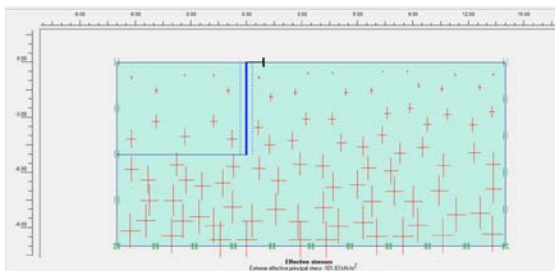
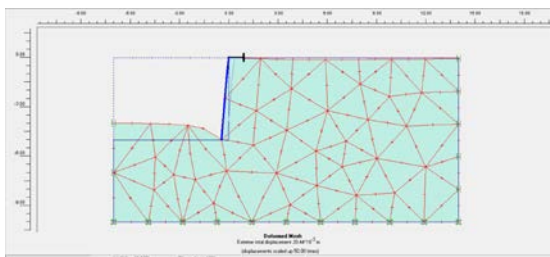
$$\delta = \frac{15,82 \times 2,13^3}{3 \times 2531000 \times 0,00067} = 0,030 \text{ m} = 3,0 \text{ cm}$$

bergeser 3,0 cm

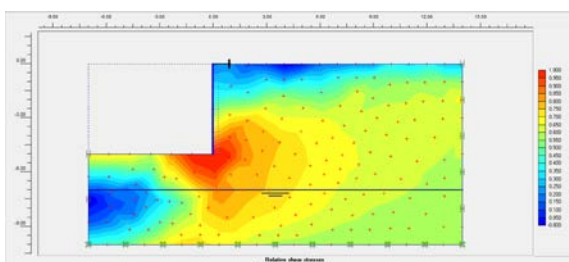
$$Syarat = 0,5\% \times H = \frac{0,5}{100} \times 900 \text{ cm} = 4,5 \text{ cm} > 3,0 \text{ cm} \dots\dots\dots (\text{masih aman})$$

**Deflection pada *soldier pile***

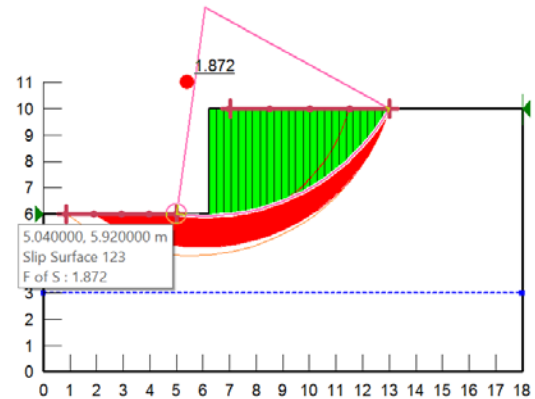
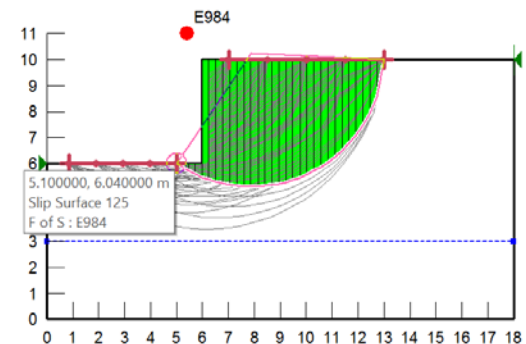
Berdasarkan perhitungan menggunakan software Plaxis didapatkan hasil defleksi sebesar 2,044 cm. Hasil defleksi ini menunjukkan adanya selisih sebesar 30% dari hitungan manual dengan nilai efektif stress sebesar  $-101.83 \text{ kN/m}^2$ , adalah sebagai berikut:

Gambar 5 *connectivities* pada tiang *soldier pile*Gambar 6 *effective stress* tiang *soldier pile*Gambar 7 *deflection* tiang *soldier pile*

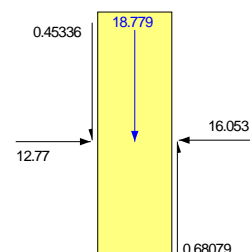
Hasil yang dijadikan bahan pertimbangan adalah Relative shear stress yaitu sebesar 1 terletak terbesar pada dasar perletakan soldier pile (dasar galian).

Gambar 8 *Relative shear stress***Deflection pada *soldier pile***

Hasil dari penggunaan software aplikasi Geoslope dari Geostudio adalah sebagai berikut:

Gambar 8 kondisi *sliding* tanpa tiang *soldier pile*Gambar 9 kondisi *sliding* dengan adanya tiang *soldier pile*

Slice 6 - Morgenstern-Price M

Gambar 10 kondisi *critical slice* dengan metode Morgenstern Price

Pada *Slice 6 - Morgenstern-Price Method* didapatkan hasil *Factor of Safety* sebesar 1.872, dimana *Slice Width* sebesar 0.2704 m, *Mid-Height* 4.066 m dan *Base Length* 0.2706 m

Berdasarkan perhitungan menggunakan software Geoslope-GeoStudio 2012 didapatkan hasil daerah kritis tanpa Soldier Pile, *Factor of Safety* sebesar 1.87 artinya lebih kecil dari perhitungan manual metode Fellenius sebesar 3,5.

#### SIMPULAN

1. Analisis perhitungan defleksi dengan menggunakan manual mendapatkan hasil lebih tinggi 30% terhadap perhitungan menggunakan software Plaxis.
2. Analisis perhitungan *Factor of Safety* dengan menggunakan manual mendapatkan hasil lebih tinggi 46% terhadap perhitungan menggunakan software Geoslope-Geostudio 2012.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Donald P. Conduto, 2001. *Foundation Design*, Pomona, California State Polytechnic University.
- Zainal N, ING. HTL dan Ir. Sri Respati N, 1995. *Pondasi*. Depok, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
- Laurence D. Wesley, 2010. *Mekanika Tanah Untuk Tanah Endapan dan Residu*. Yogyakarta, Penerbit Andi.

R.F. Craig dan Budi Susilo, 1987. *Mekanika Tanah*. Depok, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Gilang Aditya, Tanjung Rahayu, 2014. *Evaluasi Penggunaan Dinding Penahan Tanah Pada Tanah Berkohesi Rendah Terhadap Penambahan Soldier Pile*, Jurnal Konstruksia, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, Desember

Geo-Slope Intl., 2015, *Help of GeoStudio 2012*, 2015, Calgary, Alberta, Canada.

Plaxis B.V. TERRATEC, Inc., 1998, *Help of Plaxis 7.2 Professional version (Build 09)*, Computerlaan 14, 2628 XK Delft, Belanda.